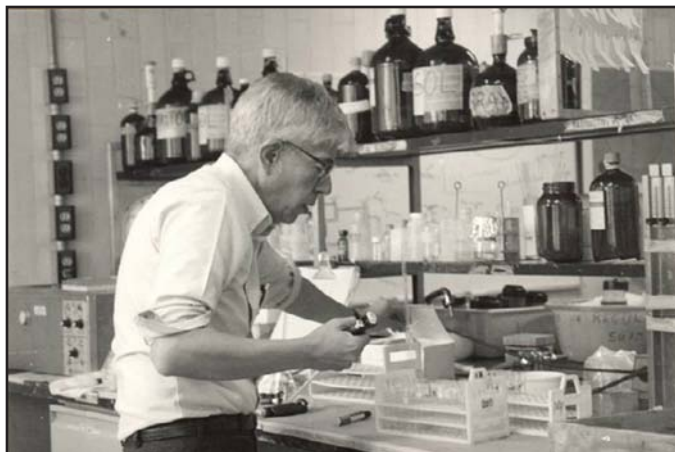


# Armando Gómez Puyou, el amigo de siempre. Nuestros inicios en la investigación

Antonio Peña\*



Armando Gómez Puyou (1934-2013).

Quiero primero agradecer al Dr. Miguel Costas la invitación para escribir estas líneas sobre mis experiencias de muchos años con Armando Gómez Puyou, a quien debo tanto. Aclaro que este escrito es producto fundamental de mi memoria, de recuerdos que sin duda conservo y atesoro, y por tanto es difícil que sean totalmente ciertos. Pido a quienes lleguen a leer que me disculpen por los errores producto de mis olvidos.

Por suerte, durante la carrera en la Facultad de Medicina, coincidimos en el mismo grupo, en el que destacaba un joven sumamente dedicado e inteligente, de nombre Armando Gómez Puyou, a quien casi todo el mundo llamaba simplemente Puyou. Entre otros, destacaba desde antes; aprobó por ejemplo, con excelente nota, el curso de Fisiología en el grupo del Dr. Joaquín Izquierdo, el más “duro” de los maestros en esa materia, así como en Bioquímica, con un relativamente recién llegado maestro, pero también exigente al máximo, de nombre José Laguna. Aparte de sus cursos participaba ya como ayudante de este último en algunos proyectos.

Hijo de un pediatra reconocido de Ciudad Juárez, disfrutaba además de cierta holgura económica, poco común entre los demás compañeros. Tenía un coche convertible MG, que veíamos con envidia. Nuestro primer curso fue dentro del nuevo plan de estudios que apenas pretendía instalarse en la Facultad, y por sus características era un plan piloto; a

los grupos se les nombraba con ese calificativo; el nuestro era el 301. Nuestra amistad empezó porque vivíamos relativamente cerca uno del otro, en la colonia Vértiz Narvarte, él un poco más al norte que yo. Ese primer curso lo tomábamos en el Hospital Español.

Mientras él tomaba su veloz coche, yo hacía hasta más de una hora para llegar desde mi casa, en la línea “Colonias Urbanas”, famosa por la cantidad de recovecos de su trayectoria.

Su primer gesto de generosidad hacia mí consistió en ofrecermelo que en lugar de tomar aquella línea, tomara otro autobús por un corto trayecto, a su casa, para que él me llevara al hospital. Iniciamos nuestra amistad, que incluía no solo ese apoyo, sino eventuales reuniones en su casa para revisar algunos temas.

Debo decir que éramos un contraste; yo dedicado al estudio casi lo estrictamente necesario, y él, dedicado siempre y con una preparación previa muy superior a la mía, que fácilmente lo hacía destacar. Fue así que Armando y algunos otros compañeros, también mucho más dedicados que yo, me sirvieron de acicate para poner más empeño en mis estudios. Puedo decir que ése fue un segundo de los muchos favores que le debo.

Ya en el penúltimo año de la carrera, en 1958, caí en cuenta que para terminarla debía hacer una tesis, y la verdad era que la medicina, y lo que podía apreciar de los mismos médicos y hospitales cada día me atraía menos. Sabiendo que él, a diferencia mía, utilizaba desde hacía tiempo sus tardes como ayudante del Maestro Laguna, un día decidí plantearle la posibilidad de al menos intentar cumplir con ese requisito en ese grupo, apenas inicial, en la investigación. Le pedí consultar con el Dr. Laguna sobre la posibilidad de hacer mi tesis en algún tema de bioquímica, como otro ayudante. Así lo hizo, y luego de una rápida entrevista con nuestro Maestro, estaba yo aceptado para trabajar en el Departamento de Bioquímica de la Facultad.

Es este otro enorme favor que le deberé a mi querido amigo, haber sido el enlace para cambiar a un mundo completamente distinto. De ser un estudiante poco entusiasmado con su carrera, a un ayudante, inicialmente voluntario y poco capaz. Empecé con él como una especie de tutor, que hubo de enseñarme desde el uso correcto de la pipeta, hasta los elementos y bases de distintas metodologías. Ya dentro del grupo del Maestro Laguna y su inseparable amigo el Dr. Jesús Guzmán, en un principio me encargaron medir la actividad de desoxirribonucleasa de unos fragmentos de tumor. De aquello no salió nada, excepto que las supuestas medidas se hacían primero en el respirómetro de Warburg, equipo que en pocas semanas aprendí a manejar con cierta destreza.

\* Instituto de Fisiología Celular, Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo electrónico: [apd@ifc.unam.mx](mailto:apd@ifc.unam.mx)

Fecha de recepción: 12 de junio de 2014.

Fecha de aceptación: 10 de agosto de 2014.

Luego fuimos ambos incorporados a dos proyectos que intentaban sacar adelante los doctores Laguna y Guzmán, uno sobre los efectos de los glucocorticoides sintéticos, recientemente desarrollados, sobre el metabolismo de carbohidratos y proteínas y sobre el balance iónico en embriones de pollo. El segundo trataba, con buenas razones, de demostrar, en conejos, la inhibición de la absorción intestinal del colesterol por la diosgenina, una saponina análoga.

Al mismo tiempo, dado que supuestamente parte de nuestro trabajo debería constituir material suficiente para una tesis, el Maestro Laguna nos planteó la posibilidad de realizar un estudio, descriptivo sobre los efectos de los glucocorticoides, específicamente sobre células cultivadas de riñón de conejo.

Este trabajo nos llevó a los dos, a realizar un estudio que realmente consistió en una tesis conjunta sobre los efectos en el metabolismo de tales células. Fue así que ambos nos recibimos en el mes de febrero de 1960; él el día 2, y yo el día 4, en días diferentes porque había muchos en espera del examen profesional, y el apellido de Armando era con G y el mío con P.

Dadas las precarias circunstancias del laboratorio, que no contaba con casi nada de equipo y escasos fondos para materiales y reactivos, en algún momento, el Dr. Laguna decidió hacer un viaje a Nueva York para solicitar apoyo económico de la Fundación Rockefeller. Con la capacidad que tenía para convencer, logró una visita de dos representantes de la Fundación, a quienes mostró nuestros avances, pero preguntaron sobre las publicaciones de los proyectos, que desde luego no existían, todavía. Sin embargo, casi se comprometieron a gestionar el apoyo con la condición de que se publicaran los resultados; creo que con su poder de convencimiento logró que se lo anticiparon sobre el compromiso de que así fuera. Dejamos todo lo demás que hacíamos y todos nos dedicamos a trabajar. El Dr. Guzmán y él no podían dedicar demasiado tiempo, y Armando y yo a realizamos buena parte del trabajo, eso sí, de lunes a domingo.

Así se logró que ya en 1961 fuera aceptado el primer trabajo, en el que se demostraba claramente que, en efecto, la diosgenina inhibía la absorción intestinal del colesterol (Laguna, *et al.* 1962).

Ya antes de esta primicia, la Fundación Rockefeller otorgó un apoyo, que creo fue de 125,000 dólares, que permitieron a nuestro maestro modernizar enormemente el equipamiento, en especial del Departamento de Bioquímica. Destacan en mi memoria dos centrífugas refrigeradas de alta velocidad, una ultracentrífuga, dos o tres espectrofotómetros, uno de ellos que permitía registrar cambios de absorbancia en el tiempo, otro que tenía un aditamento para medir fluorescencia, así como varias piezas de equipo menor para los laboratorios, y todavía sobró un remanente que se destinaría a la compra de materiales y reactivos para los proyectos.

Continuamos trabajando también para terminar el otro proyecto, sobre los efectos de la triamcinolona y la fluorometilprednisona en los embriones de pollo, que se publicó

hasta 1963 (Guzmán *et al.*, 1963). Nótese que el trabajo decía que era la primera parte; la segunda nunca se concretó.

Así iniciamos juntos nuestra participación en proyectos que en un principio yo no entendía totalmente, pero poco a poco me fui adentrando y entusiasmando con ellos, hasta quedar prendado de la Bioquímica, y prácticamente comprometido a dedicarle el resto de mi vida. Luego de la llegada del nuevo equipo, y creo que porque nuestros maestros empezaron a vernos como seres pensantes y con posibilidad de independencia académica, nos permitieron libertad para iniciar nuestros propios proyectos; eso sí, teníamos que presentar nuestros resultados en los seminarios, los sábados a una hora curiosa, las 8:15 de la mañana.

En el grupo de los doctores Laguna y Guzmán también estaban desde antes de mi llegada, Victoria Chagoya, que hacía una estancia en Wisconsin, y Enrique Piña, quienes iniciaron también su propia línea de investigación. Luego se incorporó Aurora Brunner. Pero además de los seminarios del Departamento, decidimos por nuestra cuenta organizar otros, en un principio basados en la revisión, capítulo tras capítulo, del que llamamos “el libro rojo” (porque tenía pastas rojas), *Regulation of Cell Metabolism*, resultado de un simposio presidido por Hans Krebs, que fue realizado en 1959.

Dados los remanentes de la inquietud sobre el mecanismo de acción de los glucocorticoides, no sé por qué motivo a Armando le entusiasmó la idea de estudiar nada más ni nada menos que el fenómeno de la fosforilación oxidativa en las mitocondrias del hígado de rata, que podía preparar gracias a las nuevas centrífugas refrigeradas. Yo, tal vez menos ambicioso, decidí explorar la posibilidad de que en particular la cortisona pudiera actuar sobre la glutamato deshidrogenasa y así influenciar el metabolismo de los aminoácidos, modificando la actividad de esta enzima clave en el metabolismo de estas moléculas.

La historia es interesante, porque una verdadera casualidad nos llevó por un camino curioso. Yo empecé a medir indirectamente la actividad de la enzima, siguiendo el consumo de oxígeno de homogeneizados de hígado de rata con el respirómetro de Warburg, utilizando glutamato como sustrato. En ese tenor estábamos, cuando en el Departamento se terminó el fosfato de potasio, la sal que yo utilizaba como amortiguador para los experimentos. Pensando que no habría problema, simplemente decidí utilizar fosfato de sodio, pero al primer experimento encontré que la respiración en presencia de fosfato de sodio era bastante mayor que la que había observado en fosfato de potasio, de modo que exploré los efectos comparados de estas dos sales sobre la respiración, y encontré que la diferencia de las actividades se seguía observando, solo con glutamato y no con otros sustratos, pero además, solo se veía si el anión era fosfato. Si bien yo hacía los experimentos, día con día comentábamos los resultados dentro de una verdadera colaboración, porque además compartíamos todos un laboratorio. No nos fue fácil la publicación, que fue rechazada en el primer envío. Sin embargo, pensamos que ese efecto que se observaba en el hígado de rata homogeneizado debería de observarse en la enzima

pura de hígado de res. Pedimos a nuestro maestro que nos comprara la enzima pura y repetí los experimentos, adornando el trabajo con algo de cinética de la enzima en ambos sentidos, la deshidrogenación del glutamato y la aminación reductiva del cetoglutarato, y así logramos nuestra primera publicación (PeñaDíaz, Gómez y Guzmán, 1963).

Debo aquí confesar algo que no debí hacer: omitir de la publicación a nuestro Maestro Laguna; lo hice porque realmente con quien comentábamos nuestros resultados era el Dr. Guzmán, y prácticamente nada con el Dr. Laguna, que como Jefe del Departamento tenía un sin fin de actividades que le impedía poner ya mucha atención sobre nuestros trabajos; sin embargo, siempre estuvo pendiente de nuestro desempeño y nuestros logros. De esta falta de gratitud me he arrepentido siempre.

Por esas fechas, el Dr. Laguna, con la complicidad del Dr. Guzmán y del Dr. Soberón, nos lanzaron a la aventura de un posgrado que ahora llamaríamos pirata, pues era toda una serie de cursos, unos tomados en el Instituto de Química, otros en el propio Departamento, y algunos intensivos, impartidos por investigadores invitados del extranjero. Aquel proyecto duró muchos años y no fue aprobado por el Consejo Universitario sino hasta finales de 1969. También para obtener el doctorado, Armando me convenció de que lo hiciéramos juntos.

Armando había decidido estudiar la fosforilación oxidativa en las mitocondrias del hígado de la rata, pero mejor todavía, observar los efectos de los esteroides sobre este fenómeno: estudiar los efectos de los glucocorticoides, ahora sobre las mitocondrias aisladas, pero siguiendo los hallazgos sobre la glutamato deshidrogenasa, en presencia de sodio o potasio. En cierta manera, por fortuna pero también para su desgracia, decidió utilizar el esteroide sintético triamcinolona. Y digo por fortuna, porque de inmediato encontró que este esteroide producía un aumento notable de la respiración sobre las mitocondrias, pero solo en presencia de potasio y no de sodio. De ahí surgieron los siguientes trabajos (Gómez, *et al.*, 1963a; Gómez, *et al.*, 1963b; Gómez, *et al.*, 1964).

Hago ahora un paréntesis no científico, que surge de la lista de autores de las dos últimas publicaciones; puede verse que aparece en la segunda el nombre de Marietta Tuena, una jovencita que no obstante que el Dr. Laguna tenía, y hay que decirlo, poca confianza en las mujeres como científicas, la aceptó y la incorporó al grupo.

Marietta, que aparece en esta fotografía de nosotros tres, además de una joven muy lista, también de buen ver, pronto conquistó a Armando, no sólo en el terreno científico, sino en el sentimental, al grado de que, puede verse que en una de las publicaciones aparece con su nombre de soltera, pero ya para la siguiente aparece con el de M. Tuena de Gómez. En publicaciones posteriores, de común acuerdo me imagino, decidieron que el nombre que utilizaría durante muchos, muchos años, sería el de "Marietta Tuena de Gómez-Puyou". Por esas fechas, el Dr. Laguna decidió enviarnos al extranjero durante períodos cortos, y yo fui a dar a



Marietta Tuena, Armando Gómez-Puyou y Antonio Peña.

Nueva York, con el Dr. Abraham White, a pasar algunos meses, también estudiando la permeabilidad y transporte del ADP y el ATP en las mitocondrias de hígado de rata.

Algo semejante intentó con Armando, al que le consiguió una estancia en algún lugar del estado de Iowa. No sé bien qué sucedió, pero algo así como tres días después de haber llegado a su destino, se regresó. El asunto se aclaró luego; un grupo de compañeros de la Facultad y yo, que vivíamos en un pequeño departamento en la colonia Nápoles, le dimos alojamiento mientras planeaba lo más pronto posible su propósito de casarse con Marietta. A partir de entonces hicieron su vida juntos, no solo como colaboradores en la investigación, sino como pareja, trayendo a este mundo, en orden de aparición, a Fausto, Renata y Arturo Gómez Tuena.

Como se desprende de la producción de trabajos, los experimentos con la triamcinolona, el sodio y el potasio dieron resultados sorprendentes, que coincidían con los de Cyril Moore y Berton Pressman, quienes con la valinomicina encontraron que estimulaba la respiración mitocondrial, produciendo un desacoplamiento de la fosforilación oxidativa, pero solo en presencia de potasio y no de sodio. Sus datos eran claros, pero no la interpretación, hasta que Peter Mitchell les hizo ver, en un principio sin convencerlos, que la valinomicina era un antibiótico capaz de transportar específicamente iones de potasio, y sus efectos se debían a una especie de desacoplamiento de la fosforilación oxidativa, derivado de este transporte y el abatimiento subsecuente del potencial transmembranal de la mitocondria.

Me he referido al mismo tiempo al hallazgo como desafortunado, pues resultó no deberse al esteroide. Algún tiempo después nos visitó Henry Lardy, quien además de un gran bioquímico era asesor de los laboratorios Lilly y había iniciado el estudio de toda una serie de antibióticos tóxicos sobre las mitocondrias. En alguna reunión nos soltó la devastadora noticia de que los resultados eran en realidad un artefacto, pues la triamcinolona estaba contaminada con valinomicina. Claro que los experimentos nuestros eran tan válidos como los de Moore y Pressman, pero no debidos a la triamcinolona, sino a su contaminante, la valinomicina, reportados

y explicados, luego, aunque no totalmente (Moore y Pressman, 1964).

No obstante, otra característica de Armando era su enorme capacidad de seguir adelante en cualquier proyecto con persistencia y su creatividad. No se dio por vencido; tomó dos caminos: el primero consistió en continuar algunos experimentos, pero ya no con la triamcinolona, sino con la valinomicina misma, encontrando algunos efectos de este antibiótico que no dependían del potasio (Gómez, *et al.*, 1969).

Luego, con ese espíritu que ya he mencionado, continuó sin intimidarse, buscando de todas maneras los efectos de los cationes monovalentes sobre el metabolismo mitocondrial. Su aportación más importante fue el descubrimiento de que estos cationes, aunque sin diferencia entre ellos, favorecen el funcionamiento de la NADH oxidasa; es decir, el sitio I de la cadena respiratoria, así como a la misma ATPasa mitocondrial (Gómez, *et al.*, 1969a y b; Tuena, *et al.*, 1969; Sandoval, *et al.*, 1970; Gómez, *et al.*, 1971; Gómez, *et al.*, 1972).

Es particularmente digno de señalarse para la época, la dificultad que representaba el acceso a la publicación en México, ya que algunos factores determinantes eran por ejemplo: el tipo de experimentos, el número y la calidad de las revistas. Armando tenía el don, tal vez por haber sido educado en Estados Unidos, de concretar sus manuscritos y vencer a las editoriales.

Yo, por mi parte, durante una poco afortunada segunda estancia en Nueva York con el Dr. White, no obstante haber logrado tres publicaciones y haber sacrificado algo así como tres millares de ratas, decidí por una parte no volver a matar ni una más, y buscar un sistema biológico que me permitiera simplemente estudiar su comportamiento diferencial frente al sodio y el potasio. Buscando en la literatura, encontré un trabajo de Rothstein y Demis, en el que reportaban que el potasio, pero no el sodio, estimulaba la fermentación de la levadura, y que además no estimulaba la respiración, de modo que propusieron que el potasio debía entrar a la célula y estimular alguna de las enzimas de la glucólisis. A mi regreso de Nueva York propuse al Dr. Laguna estudiar este fenómeno; accedió luego de una serie de cuestionamientos, pero me permitió iniciar el proyecto, aunque un poco fuera de contexto, pues era poco lógico que en una Facultad de Medicina se estudiaran las levaduras, fuera además de nexo alguno con la medicina. Nos llevó tres años, y nuestro primer trabajo no fue sino algo descriptivo, pues se limitó a verificar los hallazgos de Rothstein, pero estableciendo que el fenómeno de la estimulación de la glucólisis requería del ayuno de la levadura. Por otra parte, encontramos un dato que no encajaba dentro del mecanismo propuesto por otro investigador irlandés, E. Conway, quien afirmaba que la energía para el transporte debería provenir de los sistemas redox de la célula; en nuestros experimentos, con el fluorómetro nuevo, encontramos que los niveles del NADH aumentaban al agregar el potasio, en contra de lo esperado de acuerdo con Conway (Peña, *et al.*, 1967).

En estos mismos experimentos medimos los cambios del ATP y el ADP, siguiendo una receta para extraerlos de las células, y los cambios al agregar el  $K^+$  no tenían sentido alguno. Pero ya revisando nuestra metodología, medimos los cambios de los intermediarios de la glucólisis que se producían al agregar el  $K^+$ , y encontramos en primer lugar que eran muy rápidos, lo cual eliminaba la idea de Rothstein de que el ion debería entrar y afectar alguna de las enzimas. El otro dato fue que los cambios eran en el sentido de disminución antes de la gliceraldehído-3-fosfato deshidrogenasa, y positivos en los pasos siguientes. Estos datos y los cambios observados en los niveles del NADH nos hicieron revisar el método de extracción del ATP y el ADP, y encontramos que al agregar  $K^+$  aumentaba el ADP y disminuía el ATP, y además se acompañaban de un aumento del fosfato inorgánico; es decir, la adición del ion producía de inmediato un aumento de la actividad de una ATPasa. De paso encontramos que la adición del  $K^+$  no solo estimulaba la glucólisis sino también la respiración. Dado que ya existían datos sobre la existencia de una ATPasa implicada en el transporte del  $Na^+$  y  $K^+$  en células animales, propusimos desde entonces, pero con timidez, el mecanismo de transporte, el del  $K^+$ , acompañado además del de la acidificación del medio. Sugerimos que la levadura cuenta con una ATPasa que se encarga de expulsar protones al medio y generar una diferencia de potencial eléctrico en la membrana plasmática, que a su vez sería la fuerza impulsora del  $K^+$  al interior de la célula. En el proceso se generaba ADP, responsable entonces de la estimulación de la fermentación y la respiración (Peña, *et al.*, 1967).

Pero todavía nos llevó otros tres años, a 1972, encontrar que los efectos del  $K^+$ , que estimulaban la acidificación del medio, eran semejantes y excluyentes uno del otro, a los de solo aumentar el pH del medio. Fue así que logramos nuestra más importante contribución, el descubrimiento de una  $H^+$ -ATPasa, además como un sistema separado, pero ligado al del transporte del  $K^+$  en la levadura (Peña, *et al.*, 1972).

Cometimos, otra vez, el error de no incluir en el título del trabajo que estos efectos demostraban claramente que la levadura debe su notable capacidad de acidificar el medio a esta ATPasa, y que por el mecanismo ya mencionado, la de capturar con gran eficiencia el  $K^+$  del medio. Ya por mi cuenta seguí el tema en un trabajo posterior, que fue luego mi tesis de doctorado, en el que quedó plenamente demostrado el mecanismo del transporte del  $K^+$  en la levadura (Peña, 1975).

Debo agregar también que Armando tenía una enorme capacidad para entusiasmar a otros en sus líneas de trabajo. Como un ejemplo, también ingresó al laboratorio Sergio Estrada Orihuela, quien en otros aspectos se entusiasmó o contagió del interés por las mitocondrias, y a su vez atrajo a Carlos Gómez Lojero y a Alfonso Cárabez. También convenció de ingresar al grupo a Edmundo Chávez Cossío, de modo que se estructuró un grupo de trabajo en Bioenergética alrededor de las mitocondrias. Fue así que podemos decir que fue Armando el que generó con su entusiasmo contagioso el desarrollo de esa área de la Bioquímica en México.



Muchos años después, a instancias de Carlos Gómez Lojero, se propuso y formó la primera de las llamadas Ramas de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, la Rama de Bioenergética y Biomembranas.

Y ésta no fue la única área que cultivó y desarrolló. Con el paso del tiempo también logró convencer a no pocos jóvenes de estudiar distintos aspectos de la triosa fosfato isomerasa, y luego otros problemas, que también llevaron indirectamente a darle un gran impulso y desarrollo al área de estructura de proteínas, que cuenta ahora con un gran número de colegas.

Ya después, a instancias de nuestro Maestro Laguna, ya director de la Facultad de Medicina, se gestionó nuestro cambio al Departamento de Biología Experimental del Instituto de Biología. Por una serie de acontecimientos que no viene aquí al caso relatar, fue designado Jefe del Departamento en 1975. No sé si deba o no reclamarle, pero un buen día simplemente me comunicó que como él y Marietta se iban a un semestre sabático a Suecia, había hablado con el Director para que lo sustituyera en ese puesto. Tampoco viene al caso extenderse sobre el tema, pero en cierta manera me forzó a tomar las riendas del grupo, y también fue indirectamente responsable de la creación, primero del Centro, y luego del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM.

Fue así que ya solo eventualmente en otros temas, durante varios años nuestra colaboración científica, fue acompañada de una gran amistad. Me quedaron recuerdos imborrables de mi amigo, entre los que creo poder destacar primero su claridad para enfrentar muy diversos problemas. Juntos aprendimos, más yo de él sin duda, a trabajar con nuestras propias manos en el laboratorio. Tenía además una gran capacidad para entender y enfrentar sin miedo y con éxito muy diversos problemas y ayudar mediante su claridad en la discusión a los proyectos de muchos colegas. Es también una gran pérdida que se haya ido uno de los mejores ejemplos de comportamiento e integridad de nuestro Instituto, pero además dotado de una enorme energía, que le llevaba a realizar con sus manos, y las de Marietta, la mayor parte de sus experimentos. La foto al inicio de este capítulo lo muestra en esa actitud. Otros colaboradores cercanos sin duda relatarán en el número especial en su honor de la *Revista Digital Universitaria* otras etapas de su vida y su obra.

Yo, por mi parte, nunca dejaré de extrañarlo ni de guardarle en un lugar muy especial de mis afectos y mi agradecimiento.

## Referencias

- Gómez Puyou, A., PeñaDíaz, A., Guzmán, J., Laguna, J., Effect of triamcinolone and other steroids on the oxidative phosphorylation reaction, *Biochem. Pharmacol.*, 12: 331, 1963a.
- Gómez Puyou, A., Tuena, M., Guzmán, J., Peña, A., Further studies on the uncoupling action of triamcinolone in rat liver mitochondria, *Biochem. Pharmacol.*, 12: 669-677, 1963b.
- Gómez Puyou, A., Feder, W., Tuena de Gómez, M., PeñaDíaz, A., The effect of triamcinolone and 2,4-dinitrophenol on the adenosinetriphosphatase activity and the  $P^{32}$ -ATP exchange reaction of fresh liver mitochondria, *Arch. Biochem. Biophys.*, 106: 455, 1964.
- Gómez Puyou, A., Sandoval, F., Peña, A., Chávez, E., Tuena, M., Effect of  $Na^+$  and  $K^+$  on mitochondrial respiratory control, oxygen uptake and adenosinetriphosphatase activity, *J. Biol. Chem.*, 244, 5339, 1969a.
- Gómez Puyou, A., Sandoval, F., Tuena, M., Peña, A., Chávez, E., Induction of respiratory control by  $K^+$  in mitochondria, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 36, 316, 1969b.
- Gómez Puyou, A., Sandoval, F., Tuena, M., Peña, A.,  $K^+$  independent action of valinomycin, *Arch. Biochem. Biophys.*, 129, 329, 1969.
- Gómez Puyou, A., Sandoval, F., Tuena de Gómez, M., Peña, A., y Chávez, E., Dependency of the 2,4-dinitrophenol stimulated ATPase activity on  $K^+$  and respiration, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 45, 104-111, 1971.
- Gómez Puyou, A., Tuena, M., Sandoval, F., Chávez, E., Peña, A., Coupling of oxidative phosphorylation by monovalent cations, *Biochemistry*, 11, 97-102, 1972.
- Guzmán, J., Gómez Puyou, A., PeñaDíaz, A., Laguna, J. Effects of steroids on embryonic subjects. I. Action of fluorinated glucocorticoids on the carbohydrate, water and electrolyte metabolism in the developing chick embryo, *Steroids*, 1, 423-435, 1963.
- Laguna, J., Gómez Puyou, A., PeñaDíaz, A., Guzmán, J. Effect of diosgenin on cholesterol metabolism, *J. Atherosclerosis Res.*, 2, 459, 1962.
- Moore, C., Pressman, B. C., Mechanism of action of valinomycin on mitochondria, *Biochem. Biophys. Res. Comm.*, 15, 562-567, 1964.
- Peña, A., Cinco, G., García, A., Gómez Puyou, A., Tuena, M., Effect of externally added sodium and potassium ions on the glycolytic sequence of *Saccharomyces cerevisiae*, *Biochim. Biophys. Acta.*, 148, 673-682, 1967.
- Peña, A., Cinco, G., Gómez Puyou, A., Tuena, M., Studies on the mechanism of the stimulation of glycolysis and respiration by potassium ions in *Saccharomyces cerevisiae*, *Biochim. Biophys. Acta.*, 180, 18, 1969.
- Peña, A., Cinco, G., Gómez Puyou, A., Tuena de Gómez, M. Effects of the pH of the incubation medium on glycolysis and respiration in *Saccharomyces cerevisiae*, *Arch. Biochem. Biophys.*, 153, 413-425, 1972.
- Peña, A., Studies on the mechanism of  $K^+$  transport in yeast, *Arch. Biochem. Biophys.*, 167, 397-409, 1975.
- PeñaDíaz, A., Gómez Puyou, A., Guzmán, J., Effects of ions on the glutamic dehydrogenase reaction, *Arch. Biochem. Biophys.*, 100, 426-430, 1963.
- Sandoval, F., Gómez Puyou, A., Chávez, E., Tuena, M., Peña, A., Effect of sodium and potassium ions on the mitochondrial oxidative phosphorylation. Studies with arsenate, *Biochemistry*, 9, 684-689, 1970.
- Tuena, M., Gómez Puyou, A., Peña, A., Chávez, E., Sandoval, F., Effect of ATP on the oxidation of succinate in rat brain mitochondria, *Europ. J. Biochem.*, 11, 283-290, 1969.